

ממ"ן 11 – פתרון

קורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023

שאלה 1 (15%)

1. ביצועי השיא 10^9 [ins/sec]

חישוב והסבר (כאן ובהמשך - אין חובה למלא את כל השורות הריקות) :

כדי להפגין ביצועי שיא, נשתמש רק בפקודות בעלות CPI מינימלי. במקרה זה, פקודות ALU בעלות CPI של $1[cc/ins]$. מספר פקודות כאלה בשנייה יהיה:

$$\frac{IC}{CPU\ Time} = \frac{IC}{\frac{IC \cdot CPI}{CR}} = \frac{CR}{CPI} = \frac{10^9[cc/sec]}{1[cc/ins]} = 10^9[ins/sec]$$

2. זמן הריצה של התכנית: 1.6 שניות

חישוב והסבר :

נחשב את ה CPI הממוצע בהתאם לשכיחות כל פקודה:

$$CPI = 0.4 \cdot 1 + 0.2 \cdot 2 + 0.1 \cdot 2 + 0.3 \cdot 2 = 1.6[cc/ins]$$

כעת,

$$CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{10^9[ins/P] \cdot 1.6[cc/ins]}{10^9[cc/sec]} = 1.6[sec/P]$$

3. מה כעת התפלגות הפקודות ?

קבוצה	מספר פקודות בתכנית הישנה	מספר פקודות בתכנית החדשה	שכיחות
ALU	$0.4 \cdot 10^9$	$0.3 \cdot 10^9$	33.3%
LOAD	$0.2 \cdot 10^9$	$0.1 \cdot 10^9$	11.1%
STORE	$0.1 \cdot 10^9$	$0.1 \cdot 10^9$	11.1%
BRANCH	$0.3 \cdot 10^9$	$0.3 \cdot 10^9$	33.3%
LALU	0	$0.1 \cdot 10^9$	11.1%
סה"כ פקודות:		$0.9 \cdot 10^9$	

4. זמן הרצת התכנית בעקבות השינוי?

נחשב את ה CPI הממוצע בהתאם לשכיחות כל פקודה:

$$CPI = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{9} \cdot 2 + \frac{1}{9} \cdot 2 + \frac{1}{3} \cdot 2 + \frac{1}{9} \cdot 3 = \frac{16}{9} [cc/ins]$$

כעת,

$$CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{10^9 [ins/P] \cdot \frac{16}{9} [cc/ins]}{0.9 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 1.6 [sec/P]$$

מדד ההאצה ?

$$n = \frac{CPU\ Time(old)}{CPU\ Time(new)} = \frac{1.6 [sec/P]}{1.6 [sec/P]} = 1$$

ה. זמן הרצת התכנית בעקבות השינוי?

נחשב את ה CPI הממוצע בהתאם לנתונים החדשים (שכיחות כל פקודה לא משתנה):

$$CPI = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{9} \cdot 2 + \frac{1}{9} \cdot 2 + \frac{1}{3} \cdot 3 + \frac{1}{9} \cdot 2 = 2 [cc/ins]$$

כעת,

$$CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{10^9 [ins/P] \cdot 2 [cc/ins]}{0.9 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 1.8 [sec/P]$$

מדד ההאצה ?

$$n = \frac{CPU\ Time(old)}{CPU\ Time(new)} = \frac{1.6 [sec/P]}{1.8 [sec/P]} = 0.88$$

שאלה 2 (35%)

1. מדד ה MIPS P1 272.766

חישוב והסבר :

נחשב CPI ממוצע:

$$CPI = (0.2 \cdot 20) + (0.15 \cdot 12) + (0.25 \cdot 8) + (0.4 \cdot 4) = 9.4 [cc/ins]$$

$$MIPS = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6} = \frac{2 \cdot 10^9 [cc/sec]}{9.4 [cc/ins] \cdot 10^6} = 212.766 [10^6 ins/sec]$$

מדד ה MIPS P2 666.67

חישוב והסבר :

$$MIPS = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6} = \frac{2 \cdot 10^9 [cc/sec]}{3 [cc/ins] \cdot 10^6} = 666.67 [10^6 ins/sec]$$

2. מספר הפקודות ב P2 $4.73 \cdot 10^9$.

חישוב והסבר :

נשלים את הטבלה לפי הנתון לנו בשאלה:

מספר הוראות בP2	מספר הוראות בP1	פקודה בP1
$40 \cdot 0.4 \cdot 10^8 = 16 \cdot 10^8$	$0.2 \cdot 2 \cdot 10^8 = 0.4 \cdot 10^8$	מחיקת תו
$60 \cdot 0.3 \cdot 10^8 = 18 \cdot 10^8$	$0.15 \cdot 2 \cdot 10^8 = 0.3 \cdot 10^8$	הוספת תו
$25 \cdot 0.5 \cdot 10^8 = 12.5 \cdot 10^8$	$0.25 \cdot 2 \cdot 10^8 = 0.5 \cdot 10^8$	איתור תו
$0.8 \cdot 10^8$	$0.4 \cdot 2 \cdot 10^8 = 0.8 \cdot 10^8$	אחר

סך כל ההוראות: $47.3 \cdot 10^8 = 4.73 \cdot 10^9$

3. זמן הביצוע P1 0.94 שניות

חישוב והסבר :

לפי חישוב קודם $CPI = 9.4[cc/ins]$

$$CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{0.2 \cdot 10^9 [ins/P] \cdot 9.4 [cc/ins]}{2 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 0.94 [sec/P]$$

זמן הביצוע P2 7.095 שניות

חישוב והסבר :

$$CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{4.73 \cdot 10^9 [ins/P] \cdot 3 [cc/ins]}{2 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 7.095 [sec/P]$$

מדד ההאצה:

$$n = \frac{CPU\ Time(P2)}{CPU\ Time(P1)} = \frac{7.095 [sec/P]}{0.94 [sec/P]} = 7.547$$

4. (שינוי סעיף א)

מדד ה P1 MIPS 178.57

חישוב והסבר :

נחשב שוב CPI ממוצע:

$$CPI = (0.3 \cdot 20) + (0.15 \cdot 12) + (0.3 \cdot 8) + (0.25 \cdot 4) = 11.2 [cc/ins]$$

$$MIPS = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6} = \frac{2 \cdot 10^9 [cc/sec]}{11.2 [cc/ins] \cdot 10^6} = 178.57 [10^6 ins/sec]$$

מדד ה MIPS P2 666.67

חישוב והסבר :

$$MIPS = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6} = \frac{2 \cdot 10^9 [cc/sec]}{3 [cc/ins] \cdot 10^6} = 666.67 [10^6 ins/sec]$$

(שינוי סעיף ב)

מספר הפקודות ב P2 $4.6 \cdot 10^9$.

חישוב והסבר :

נשלים שוב את הטבלה ונשנה בהתאם את הכמויות כך שמספר הפקודות ב P1 הוא $1.6 \cdot 10^8$.

מספר הוראות ב P2	מספר הוראות ב P1	פקודה ב P1
$40 \cdot 0.48 \cdot 10^8 = 19.2 \cdot 10^8$	$0.3 \cdot 1.6 \cdot 10^8 = 0.48 \cdot 10^8$	מחיקת תו
$60 \cdot 0.24 \cdot 10^8 = 14.4 \cdot 10^8$	$0.15 \cdot 1.6 \cdot 10^8 = 0.24 \cdot 10^8$	הוספת תו
$25 \cdot 0.48 \cdot 10^8 = 12 \cdot 10^8$	$0.3 \cdot 1.6 \cdot 10^8 = 0.48 \cdot 10^8$	איתור תו
$0.4 \cdot 10^8$	$0.25 \cdot 1.6 \cdot 10^8 = 0.4 \cdot 10^8$	אחר

סה"כ נקבל $46 \cdot 10^8 = 4.6 \cdot 10^9$ פקודות.

(שינוי סעיף ג)

זמן הביצוע P1 0.896 שניות

חישוב והסבר :

$$CPU Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{0.16 \cdot 10^9 [ins/P] \cdot 11.2 [cc/ins]}{2 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 0.896 [sec/P]$$

זמן הביצוע P2 6.9 שניות.

חישוב והסבר :

$$CPU Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR} = \frac{4.6 \cdot 10^9 [ins/P] \cdot 3 [cc/ins]}{2 \cdot 10^9 [cc/sec]} = 6.9 [sec/P]$$

מדד ההאצה:

$$n = \frac{CPU Time(P2)}{CPU Time(P1)} = \frac{6.9 [sec/P]}{0.896 [sec/P]} \approx 7.7$$

שאלה 3 (25%)

1.

$$(122)_3 + (210)_3 = (1102)_3$$

חישוב והסבר:

נבצע חיבור במאונך בבסיס 3.

122

210

"עשרות": $(+ 3) = 0$, $2 + 1 = 11$ "מאות": $11 = 2 + 1 + 1$
סה"כ נקבל 1102.

$$0xFF20 - 0xE40A = 0x1B16$$

חישוב והסבר:

נבצע חיבור במאונך בבסיס 16. לשם כך, נעביר "עשרת" מה"עשרות" ליחידות:

$FF(1)(16)$

E40A

1B16

$$(1270)_{11} - (6A)_{11} = (1201)_{11}$$

חישוב והסבר:

גם כאן נבצע חיבור במאונך. נעביר "עשרת" מה"עשרות" ליחידות.

$12(6)(11)$

006A

1201

.2

$$(0xAB) \times (0xE7) = 0x997B$$

חישוב והסבר:

נבצע כפל בבסיס 10 ונחבר:

$$7_{16} \cdot B_{16} = 7 \cdot 11 = 77$$

$$7_{16} \cdot (A0)_{16} = 7 \cdot 10 \cdot 16 = 910$$

$$E0_{16} \cdot B_{16} = 14 \cdot 16 \cdot 11 = 2464$$

$$E0_{16} \cdot A0_{16} = 14 \cdot 10 \cdot 16^2 = 35840$$

נחבר את התוצאות ונמיר לבסיס 16:

$$39291 = 9 \cdot 16^3 + 2427$$

$$2727 = 9 \cdot 16^2 + 123$$

$$123 = 7 \cdot 16 + 11$$

$$39291 = 0x997B \text{ נקבל}$$

$$(750)_8 \times (62)_8 = 4610_8$$

חישוב והסבר:

נמיר לבסיס 10 ונחשב:

$$750_8 = 7 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8 + 0 = 488$$

$$62_8 = 6 \cdot 8 + 2 = 50$$

$$488 \cdot 50 = 2440$$

נמיר חזרה לבסיס 8:

$$2440 = 4 \cdot 8^3 + 392$$

$$392 = 6 \cdot 8^2 + 8$$

$$2440 = (4610)_8 \text{ לכן}$$

.3

4. הבסיס: 6

חישוב והסבר:

$$\sqrt{(41)_r} = (5)_r \Rightarrow (41)_r = (5)_r \cdot (5)_r$$

בהכרח נקבל $6 \leq r$ כי הספרה 5 קיימת בבסיס. נמיר לבסיס עשרוני:

$$(41)_r = 4r^1 + 1r^0 = 4r + 1, (5)_r = 5r^0 = 5$$

נקבל:

$$4r + 1 = 5 \cdot 5 = 25 \Rightarrow 4r = 24 \Rightarrow r = 6$$

5. הבסיס: 13

חישוב והסבר:

הספרה B קיימת בבסיס ולכן בהכרח $12 \leq r$. נמיר לבסיס עשרוני:

$$(60A)_r = 6r^2 + 0r^1 + 10r^0 = 6r^2 + 10$$

$$(35B)_r = 3r^2 + 5r^1 + 11r^0 = 3r^2 + 5r + 11$$

$$(968)_r = 9r^2 + 6r^1 + 8r^0 = 9r^2 + 6r + 8$$

נציב במשוואה $(60A)_r + (35B)_r = (968)_r$ ונקבל:

$$6r^2 + 10 + 3r^2 + 5r + 11 = 9r^2 + 6r + 8$$

$$9r^2 + 5r + 21 = 9r^2 + 6r + 8$$

$$13 = r$$

6.

$$0x2C3B = (11\ 1100\ 0011\ 1011)_2$$

$$0x2C3B = (230022)_4$$

$$0x2C3B = (26073)_8$$

$$0x2C3B = 11323$$

חישוב והסבר:

נמיר לבסיס בינארי ע"י החלפת כל ספרה הקסדצימאלית בייצוגה על ידי 4 ביטים בבסיס בינארי:

$$(2C3B)_{16} = (0010\ 1100\ 0011\ 1011)_2$$

נמיר לבסיס 4 ע"י החלפת כל זוג ביטים לייצוג הספרה שלהן בבסיס 4:

$$(10\ 11\ 00\ 00\ 11\ 10\ 11)_2 = (2300323)_4$$

ובאופן דומה לבסיס 8:

$$(010\ 110\ 000\ 111\ 011)_2 = (26073)_8$$

נמיר לבסיס עשרוני בצורה ישירה:

$$(2C3B)_{16} = 2 \cdot 16^3 + 12 \cdot 16^2 + 3 \cdot 16^1 + 11 \cdot 16^0 = 11323$$

$$-0x2C3B = 1101\ 0011\ 1100\ 0101$$

בסיס 2, משלים לשתיים,

16 ביט

פירוט טכניקת היפוך סימן:

נעבוד על פי האלגוריתם השני:

ביצוע NOT ב 16 ביטים: 1101 0011 1100 0100

נוסיף 1 ונקבל: 1101 0011 1100 0101

$$-2^{(9-1)} = -256 \quad \text{בשיטת משלים לשתיים:}$$

$$-0 = 0 \quad \text{בשיטת ייצוג ערך מוחלט סימן:}$$

נעזרתי בטבלה בעמוד 35 במדריך.

ז. הבעייתיות בשיטת ייצוג מספרים ערך מוחלט סימן

ראשית, ביצוע פעולות אריתמטיות בשיטה זו הופך למסורבל מאוד, זאת משום שעל מנת לבצע פעולות יש לבדוק את סימן האופרנדים, מה שייצר חומרה מסורבלת וחישובים איטיים. נוסף על כך, למספר 0 יש ייצוג כפול בשיטה מה שעלול ליצור בעייתיות בבדיקת שוויון וכו'.

שאלה 4 (25%)

1. הפונקציה F לאחר פישוט : $F = \bar{A} + B$

$$F = \bar{A} \cdot \bar{B} + AB + \bar{A}B =_{(1)}$$

$$\bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A}B + AB =_{(2)}$$

$$\bar{A}(\bar{B} + B) + AB =_{(3)}$$

$$\bar{A} + AB =_{(4)} \bar{A} + B$$

מעברים:

1. חילופיות

2. פילוג

3. איבר הופכי + יחידה

4. כלל ההופכי הנעלם

2. הפונקציה F לאחר פישוט : $F = \bar{A} + C$

$$F = ABC + \bar{A} + \bar{A}\bar{B}C =_{(1)}$$

$$\bar{A} + ABC + \bar{A}\bar{B}C =_{(2)}$$

$$\bar{A} + ACB + AC\bar{B} =_{(3)}$$

$$\bar{A} + AC(B + \bar{B}) =_{(4)}$$

$$\bar{A} + AC =_{(5)} \bar{A} + C$$

מעברים:

1. חילופיות + קיבוציות החיבור

2. חילופיות + קיבוציות הכפל

3. פילוג

4. איבר הופכי + יחידה

5. כלל ההופכי הנעלם

3. המעגל הלוגי:

נשים לב כי לפי דה-מורגן $A \text{ NAND } B = (A \cdot B)' = A' + B'$

על מנת לממש את $A + B$ נעביר את שתי הכניסות היפוך ואז נכניס את הערכים המהופכים לשער NAND. ההיפוכים יתבצעו בעזרת שערי NAND. סה"כ קיבלנו 3 שערים.

